

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-263378
(43)Date of publication of application : 26.09.2000

(51)Int.CI.

B23Q 17/09

(21)Application number : 11-074163
(22)Date of filing : 18.03.1999

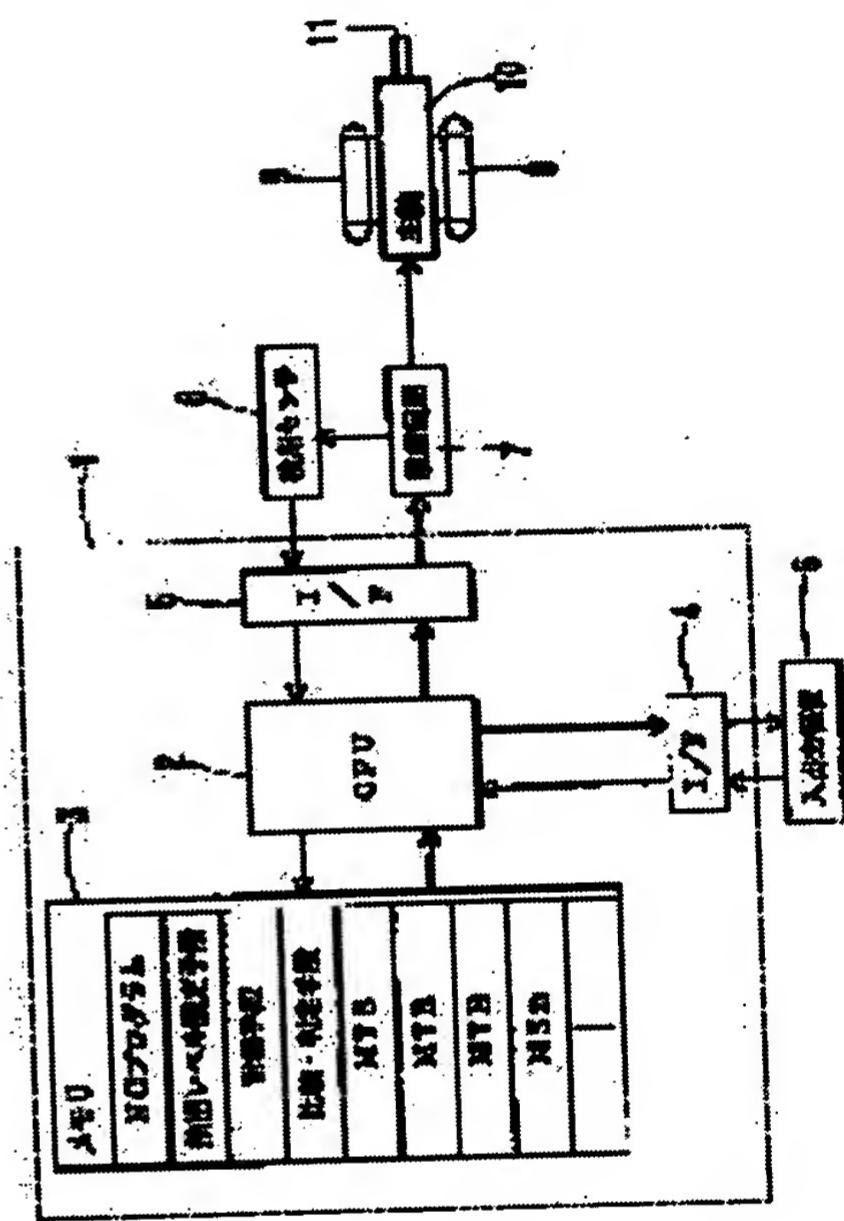
(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD
(72)Inventor : MURAMATSU HIRONORI
ONO SHUJI

(54) TOOL BREAK DETECTION DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a tool break accurately, not relating to a tool wear.

SOLUTION: This device is provided with a main spindle 10 rotated and driven by a motor 9 on whose tip a tool 11 is held, a torque detection means 8 for detecting the torque of the main spindle 10, an extraction level setting means 3 for setting the minimum value and maximum value of the detected value by the detection means 8 and the extraction level from the preset extraction rate, a measuring means 3 for measuring the measuring value consisting of the time or time even value during said detection value exceeds said extraction level, a memory means 3 for memorizing said detected value, extraction level and measuring value and a comparison/judging means 3 for comparing the said measured value in this time machining with said measured value in the previous machining and by which the break of the tool is judged, when the measured value in this time machining is shorter than that in previous machining under the same machining condition using the same tool 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-263378

(P 2000-263378 A)
(43) 公開日 平成12年9月26日(2000.9.26)

(51) Int. C l.⁷
B 23 Q 17/09

識別記号

F I
B 23 Q 17/09

テマコード(参考)
E 3C029

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全7頁)

(21) 出願番号 特願平11-74163

(22) 出願日 平成11年3月18日(1999.3.18)

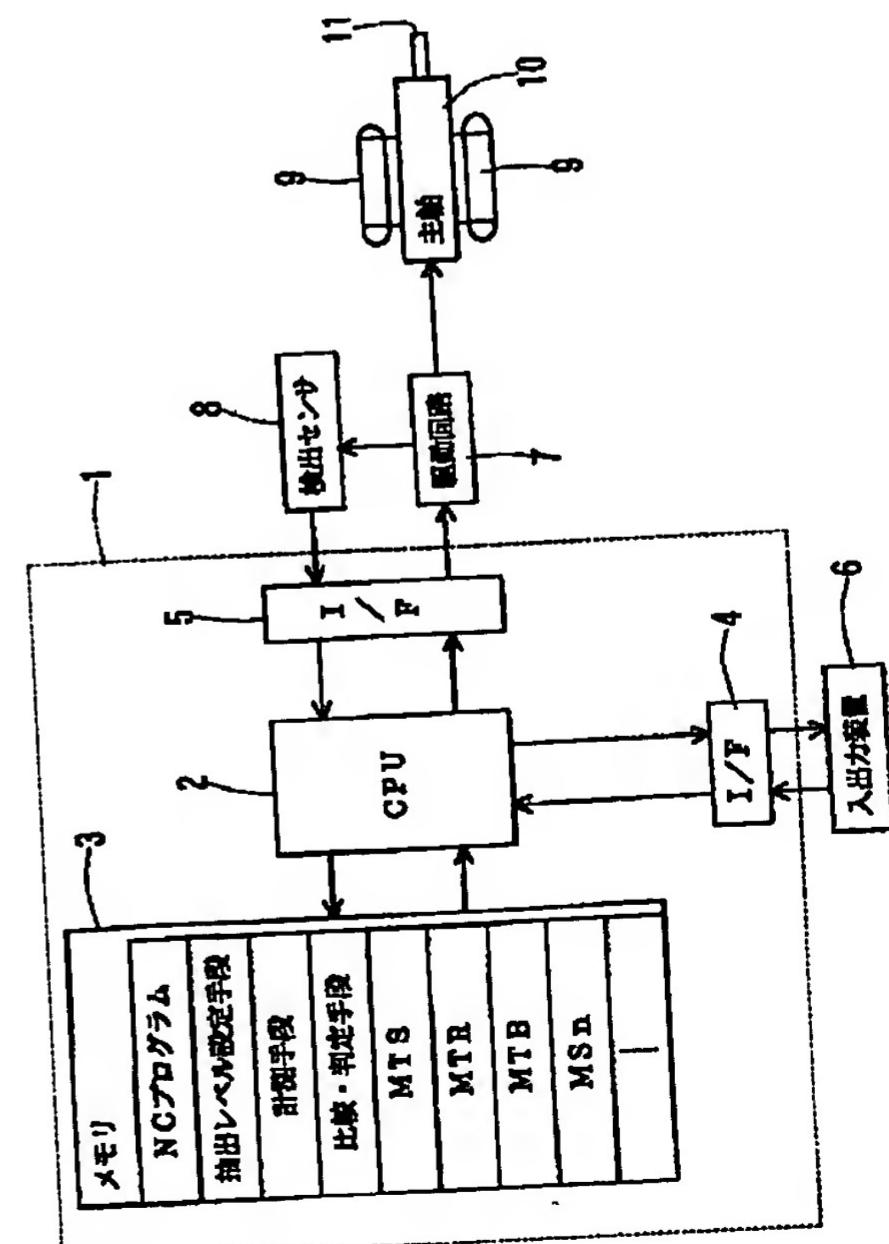
(71) 出願人 000003470
豊田工機株式会社
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
(72) 発明者 村松 浩徳
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機
株式会社内
(72) 発明者 小野 修司
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機
株式会社内
(74) 代理人 100064344
弁理士 岡田 英彦 (外5名)
F ターム(参考) 3C029 DD06

(54) 【発明の名称】工具折損検出装置及び工具折損検出方法

(57) 【要約】

【課題】 工具摩耗に関係なく工具折損を正確に検出できること。

【解決手段】 先端に工具11が保持された、モータ9により回転駆動される主軸10と、前記主軸10のトルクを検出するトルク検出手段8と、前記検出手段8による検出値の最小値、最大値及び予め設定された抽出率から抽出レベルを設定する抽出レベル設定手段3と、前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測する計測手段3と、前記検出値、抽出レベル及び計測値を記憶する記憶手段3と、前回の加工における前記計測値と今回の加工における前記計測値を比較し、同一工具11を用いた同一加工条件での今回の加工における計測値が前回の加工における計測値よりも短かった場合にその工具の折損と判定する比較・判定手段3とを備えたことを特徴とする工具折損検出装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】先端に工具が保持された、モータにより回転駆動される主軸と、前記主軸のトルクを検出するトルク検出手段と、前記検出手段による検出値の最小値、最大値及び予め設定された抽出率から抽出レベルを設定する抽出レベル設定手段と、前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測する計測手段と、前記検出値、抽出レベル及び計測値を記憶する記憶手段と、前回の加工における前記計測値と今回の加工における前記計測値を比較し、同一工具を用いた同一加工条件下での今回の加工における計測値が前回の加工における計測値よりも短かった場合にその工具の折損と判定する比較・判定手段と、を備えたことを特徴とする工具折損検出装置。

【請求項2】比較・判定手段は、前回の加工における計測値に誤差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較することを特徴とする請求項1記載の工具折損検出装置。

【請求項3】先端に工具が保持されたモータにより回転駆動される主軸と、前記主軸のトルクを検出するトルク検出手段と、前記検出手段による検出値を記憶する記憶領域を有する工具折損検出装置の工具折損検出方法であって、実加工と同一条件のテスト加工時に、前記検出手段による検出値の最小値、最大値及び予め設定された抽出率から抽出レベルを設定して記憶する工程と、前記テスト加工時に前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測して記憶する工程と、前記テスト加工に続いて実行される実加工時に、前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測して記憶する工程と、等価値からなる計測値を計測して記憶する工程と、前記テスト加工と同一工具を用いた同一加工条件下での前記実加工時において、前回の加工における計測値と今回の加工における計測値を比較し、今回の加工における計測値が前回の加工における計測値よりも短かった場合にその工具の折損と判定する工程と、を含むことを特徴とする工具折損検出方法。

【請求項4】前回の加工における計測値に誤差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較することを特徴とする請求項3記載の工具折損検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工具折損検出装置及び工具折損検出方法に関し、特に工具摩耗に関係なく工具折損を正確に検出できる技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】工作機械の工具折損の検出には以下の方法がある。まず、非加工時の検出としては、①タッチプローブなどで工具に触れる方法、工具を基準位置のセンサに接触させる方法などの接触検知方法、②レーザなどによる非接触検知方法等がある。更に、加工時の工具折損検出方法として、③工具とワークの電気的な導通を利用する方法がある。

【0003】しかし、上記従来例では、上記①及び②の方法では、1回のワーク加工毎にセンサなどにより検出動作を行う必要があるので、サイクルタイムが伸びてしまう。また、接触検知用のセンサを設ける必要があり、コストが高くなってしまうという問題がある。また、上記③の方法では、工具とワークの材質がともに導体に限定されるという問題がある。

【0004】これらの問題を解決するものとして、特開昭57-83343号公報記載の技術がある。この技術は、工具折損時には正常時よりもワーク加工時間が短くなることに着目し、工具の正常時における工具駆動モータの負荷電力が所定のレベル範囲を外れるまでの時間を計測し、予め設定してある加工所定時間と比較してこの加工所要時間よりも短い場合に工具折損と判定するようしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、工具は摩耗すると切れ味が悪くなるので、モータの負荷が増大する。特開昭57-83343号公報記載の技術では、単に工具が摩耗しているだけの場合は、工具駆動モータの負荷電力がワーク加工の最初から前記レベル範囲の上限レベルを超てしまい、誤って工具折損と判定されてしまう。これを避けるためには、工具摩耗が進行しても、工具駆動モータの負荷電力が前記前記上限レベルを超えないように、前記上限レベル大きく設定する必要があるが、実際には、工具の摩耗限界まで加工してみてみないと前記上限レベルの設定値が決められない。このように、特開昭57-83343号公報に開示されている技術では、工具摩耗の進行による主軸トルクの増加が考慮されておらず、工具摩耗と工具折損を正確に区別することは困難である。

【0006】したがって、本願発明の課題は、上述の従来例の欠点をなくし、工具摩耗に関係なく、工具折損を正確に検出できる工具折損検出装置及び工具折損検出方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、第1の発明は請求項1記載の通りである。

【0008】上記第1の発明の構成に係わる工具折損検出装置では、主軸の先端に工具が保持され、該主軸がモータにより回転駆動される。トルク検出手段が前記主軸のトルクを検出し、抽出レベル設定手段が前記検出手段による検出値の最小値、最大値及び予め設定された抽出

率から抽出レベルを設定し、計測手段が前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測し、記憶手段が前記検出値、抽出レベル及び計測値を記憶し、比較・判定手段が前回の加工における前記計測値と今回の加工における前記計測値を比較し、今回の加工における計測値が前回の加工における計測値よりも短かった場合に工具折損と判定するので、工具摩耗が進行しても、工具摩耗と工具折損とを明確に区別して工具折損を判定することができる。

【0009】更に、第2の発明の構成は請求項2記載の通りである。

【0010】上記第2の発明の構成により、上記第1の発明の構成による作用とともに、比較・判定手段は、前回の加工における計測値に誤差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較するので、誤って工具折損の判定をすることを防ぐことができる。

【0011】更に、第3の発明の構成は請求項3記載の通りである。

【0012】上記第3の発明の構成により、先端に工具が保持されたモータにより回転駆動される主軸と前記主軸のトルクを検出するトルク検出手段と前記検出手段による検出値を記憶する記憶領域を有する工具折損検出装置の工具折損検出方法において、実加工と同一条件のテスト加工時に、前記検出手段による検出値の最小値、最大値及び予め設定された抽出率から抽出レベルを設定して記憶し、前記テスト加工時に前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測して記憶し、前記テスト加工に続いて実行される実加工時に、前記検出値が前記抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を計測して記憶し、前記実加工時において、前回の加工における計測値と今回の加工における計測値を比較し、今回の加工における計測値が前回の加工における計測値よりも短かった場合に工具折損と判定するので、実加工時において、工具摩耗が進行しても、工具摩耗と工具折損とを明確に区別して判別することができる。

【0013】更に、第4の発明の構成は請求項4記載の通りである。

【0014】上記第4の発明の構成により、上記第3の発明の構成による作用とともに、前回の加工における計測値に誤差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較するので、実加工において誤って工具折損と判定をすることを防ぐことができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明における実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本願発明に係わる実施の形態に係わる工具折損検出装置のブロックダイヤグラムである。図1において、数値制御装置1は、中央処理装置(CPU; central processing unit)2、メモリ3及びインターフェイス(I/F)4、5を備えて

いる。インターフェイス4及びインターフェイス5がCPU2に接続されている。

【0016】メモリ3は「NCプログラム」、「抽出レベル設定手段」、「計測手段」及び「比較・判定手段」の各記憶領域並びに「切削トルクバッファ(MTS)」、「抽出バッファ(MTR)」、「TBバッファ(MTB)」、「Snバッファ(MS_n)」等を備えている。なお、前記「抽出レベル設定手段」、「計測手段」及び「比較・判定手段」はプログラム化したものである。入出力装置6は、インターフェイス4を介してCPU2に接続されている。作業者がキーボードにより後述する「抽出率(TR)」及び「誤差係数(K)」を入出力装置6に入力すると、該「抽出率(TR)」及び「誤差係数(K)」はインターフェイス4及びCPU2を経由してメモリ3に記憶される。モータ駆動回路7はインターフェイス5を介してCPU2に接続されている。

【0017】CPU2は工具折損検出装置全体を制御する演算装置であり、メモリ3と各種プログラム及びデータの授受をしつつ演算をして、インターフェイス5を介してモータ駆動回路7を制御する。モータ駆動回路7はモータ9(例えば誘導モータ)の回転・停止を制御する。工作機械の主軸10はモータ9の回転軸に結合されている。工具11が該主軸10の先端に固定されている。このため、CPU2は該工具11の回転・停止をメモリ3に記憶されたNCプログラムの設定値に従って正確に制御することができる。検出センサ8はモータ9の回転軸のトルク即ち主軸10のトルクとしてモータ駆動回路7の電流値を検出してインターフェイス5を介してCPU2へ送る。CPU2へ送られた主軸10の検出トルクはメモリ3のMTSに記憶される。

【0018】次に、前記構成の工具折損検出装置による工具折損検出方法について説明する。まず、実際の工具折損判定に先立って、基準となる抽出レベル及びこの抽出レベルを超えている間の時間または時間等価値からなる計測値を求めるためのテスト加工を実施する。例えば、図6に示すようなトルク曲線の加工についてテスト加工を実施した場合について図2に基づいて説明する。図2は、新品の工具11によるテスト加工時の図1に示す工具折損検出装置の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートは1つの加工条件(工具11、工作物、送り速度など)毎に実行される。

【0019】図2において、ステップS10において、抽出率TR(%)を読み込む。具体的には、上述のように作業者が抽出率TR(0~100)を入出力装置6に入力する。次に、ステップS11において検出センサ8が主軸トルクTSを検出し、メモリ3の切削トルクバッファMTSに検出した主軸トルクTSを記憶する。なお、この場合切削トルクは主軸トルクTSに等しい。具体的には、図5に示すように主軸トルクTSの一定時間間隔(クロックパルスの間隔)でサンプリング値を検出

する。なお、図5における「測定時間」は、主軸トルクTSのサンプリング値が抽出レベルTLを超えている間の時間である。また、主軸トルクTSはリニアな値ではないので、主軸トルクTSのサンプリング値を検出している。

【0020】該MTSの大きさには限界があり所定数以下のパルス数しか記憶できないので、図6に示す1回目の間にMTSが満杯になってしまう。よって、次に、ステップS12において、該MTSが満杯かどうか判断する。判断結果がNOであればステップS11を繰り返し、判断結果がYESであればステップS13へ進む。ステップS13では、前記MTSに記憶された主軸トルクTSのうち最大値TSmax及び最小値TSminを選択して記憶する。次に、ステップS14にて、CPU2が、メモリ3に記憶された抽出レベル設定手段（プログラム化されている。）に従って前記TR、TSmax及びTSminから図6に示す1回目の抽出レベルTLを演算して算出する。なお、TSminは、ほぼ主軸10の始動時の主軸トルクTSである。

【0021】前記抽出レベルTLは図4（工具11の加工送り状態の主軸トルクTSの検出値を示す。）の関係から、

$$TL = (TS_{max} - TS_{min}) \times (TR / 100) + TS_{min}$$

となる。なお、図4では、抽出率TRをaで表示している。また、

$$a + b = 100$$

である。算出されたTLはメモリ3に記憶される。次に、ステップS15にて、MTSに記憶したTSのうち、前記TLより大きいものを抽出バッファMTRへ移す。図6に示す1回目の場合、図7に示す太線の部分が抽出バッファMTRへ移される。

【0022】次に、ステップS16にて、ワークの工具11による加工が終了したかどうか判断する。図6の場合加工は終了しておらず、判断結果がNOとなるので、ステップS17で前記満杯のMTSをクリアした後、1回目と同様にステップS11乃至ステップS15を繰り返す。2回目のサンプリングで再度MTSが満杯になると1回目と同様にTR、TSmax及びTSminから2回目の抽出レベルTLを算出する。TSmax及びTSminは常に現在までの値を記憶しており、値に変化があると更新されるようになっている。よって、この2回目の場合、TSminは1回目の値がそのまま使用されるが、TSmaxは更新された値が使用されるので、抽出レベルTLは図8に示すように、1回目と比べて高い値となる。そして、この2回目の場合抽出バッファMTRへ移されるのは図8の太線の部分であり、1回目の値に上書きされて記憶される。

【0023】以下同様にして3回目から7回目まで実行されるが、図6に示すように4回目から7回目まではT

Smax、TSminともに変化がないので抽出レベルTLも変化せず、結果的に3回目の時に算出されたTLが最後まで残ることになる。7回目のサンプリングが終了するとステップS16での判断結果がYESとなり、加工が終了しているので、ステップS18にてMTRに記憶された主軸トルクTSのサンプリング検出値の数をカウントして、TBを該カウント値（新品の工具11に対する値）とする。最終的に例えば図9のようになったとすると、この場合、抽出レベルTLを超える「サンプリングした主軸トルクTSの検出値」は12個存在する。この場合のサンプリング値の数（12個）は、主軸トルクTSが抽出レベルTLを超えている間の時間等価値となる。その後、エンドとなる。このようにしてテスト加工を実施することで、少ないメモリ領域で抽出レベルTLを算出することができる。

【0024】次に、工具折損の判定原理について説明する。工具は摩耗すると切れ味が悪くなるので主軸トルクTSは新品時と比較して徐々に大きくなっていく。よって、図10に示すように、事前測定（テスト加工）時、実加工において工具折損が発生する直前の測定時、実加工において工具折損が発生したときの順で主軸トルクTSは大きくなるので、主軸トルクTSが抽出レベルを超える時間は徐々に長くなる。よって、今回の加工における主軸トルクTSが抽出レベルTLを超えている時間Taとテスト加工における主軸トルクTSが抽出レベルTLを超えている時間T1を比較すると、工具折損が発生しても、図10に示すように、T1 < Taとなることが考えられるので、工具折損を正確に判別することはできない。このため、本発明では、工具折損を検出するために、常に今回の加工時の主軸トルクTSとこの直前の加工の主軸トルクTSとの比較を行うようにしている。

【0025】次に、前記テスト加工によって求められたTL及びTBを用いて工具折損の検出を行う実加工について説明する。図3はワークの実加工のフローチャートである。図3において、ステップS20では、検出センサ8が主軸トルクTSを検出する。次に、ステップS21では、検出した主軸トルクTSが図2のフローチャートで示されるテスト加工で求めた抽出レベルTLより大きいかどうか判断する。判断結果がYESであれば、ステップS22においてTLより大となる主軸トルクTSのサンプリング数Snを1ずつインクリメントした後、ステップS23へ進む。ステップS23では、工具11によるワークの加工が終了したかどうか判断する。ステップS23での判断結果がNOであれば、加工が終了していないので、ステップS20乃至ステップS22を繰り返す。ステップS23での判断結果がYESであれば、加工が終了しているので、ステップS24へ進む。

【0026】ステップS24では、今回加工時（n回目の加工時）の前記サンプリング数Sn（抽出レベルTLを超える主軸トルクTSのサンプリング値数）が前回加

工時の前記サンプリング数 S_{n-1} の K 倍 (K は誤差係数である。) より小さいかどうか判断する。なお、前記テスト加工時に求められた T_B は、実加工の最初の 1 度しか使用されない。

【0027】ここで誤差係数 K について説明する。本実施の形態ではクロックパルスの間隔で主軸トルク T_S をサンプリングしたサンプリング数を比較することで工具折損を判定するようにしているが、このクロックパルスは数 ms (ミリ秒) 程度である。よって、工具が正常であっても今回の加工と前回の加工が ms 単位で一致するとは限らない。よって、工具が正常であるのに誤って折損と判定されるのを防止するために、前回よりもいくらか短い時間と比較を行うように、誤差係数 K を任意に設定できるようになっている。なお、K は 0 から 1 までの間で設定できるが、安全を考えて K の値をあまり小さくすると、 S_{n-1} と S_n との比が 1 に近い場合に工具折損を判別できなくなるので、実際には例えば 0.9 程度とするのが好適である。

【0028】ステップ S_24 での判断結果が YES であれば、ステップ S_25 にて CRT に工具 1 が折損した旨の警告を発し、その後、ステップ S_26 にて主軸 10 の回転を停止させる。その後、エンドとなる。一方、ステップ S_24 での判断結果が NO であれば、工具折損ではないので、直ちにエンドとなる。このようにして常に直前の加工時と今回の加工時におけるサンプリング数を比較することによって、工具の摩耗が進行しても正確に工具折損を判定することができる。

【0029】図 7 は、前記図 2 のフローチャートと同様な方法で抽出レベル TL を算出する方法を示している。MTS の 1 回目の満杯までの主軸トルク T_S の検出値及び MTS の 2 回目の満杯までの主軸トルク T_S の検出値を示している。この場合も、実際にはサンプリングして主軸トルク T_S を検出している。このようにすると、メモリ 3 の少ない容量で抽出レベル TL を算出できる。MTS の 1 回目の満杯までの主軸トルク T_S の抽出レベルと MTS の 2 回目の満杯までの主軸トルク T_S の抽出レベルとは異なった値になっている。

【0030】図 8 は、MTS の 1 回目の満杯から 6 回目の満杯まで及び 7 回目の満杯の前までの主軸トルク T_S の検出値を示している。なお、図 8 では抽出レベルを MTS の 1 回目の満杯から 7 回目の満杯まで共通にしている。図 7 に示すようにして求めた「MTS の 1 回目の満杯までの間」の抽出レベル及び「MTS の 1 回目及び 2 回目の満杯までの間」の抽出レベルと同様にして図 8 に示す抽出レベルを決定することができる。また、各回 (1 回目の満杯等) の始めから満杯までの間の抽出レベルから図 8 に示す抽出レベルを算出することもできる。

【0031】図 9 は、事前測定 (テスト測定) 時、工具折損が発生する前の実加工での直前測定時及び工具折損が発生した実加工時の主軸トルク T_S の検出値を示して

いる。工具の摩耗のため、主軸トルク T_S は事前測定 (テスト測定) 時、工具折損が発生する直前の実加工での測定時、工具折損が発生した実加工時の順で徐々に大きくなっている。このため、工具折損を検出するためには、常に工具折損が発生する加工時の主軸トルク T_S を工具折損が発生する加工の直前の加工時の主軸トルク T_S と比較する必要がある。このため、事前測定時に主軸トルク T_S が抽出レベルを超えている時間 T_1、工具折損が発生する直前の実加工での測定時に主軸トルク T_S が抽出レベルを超えている時間 T_2、工具折損が発生した実加工時に主軸トルク T_S が抽出レベルを超えている時間 T_3 を比較すると以下のようになる。T_1 < T_2 < T_3

【0032】なお、本実施の形態では、主軸トルクとして、モータ駆動回路 7 の電流を検出するようにしたが、主軸トルクはトルク測定機により主軸負荷又は工作物に作用する負荷を検出したものでもよい。また、本実施の形態では、工具折損の判定基準となる計測値として時間等価値である、主軸トルク T_S が抽出レベル TL を超える間のクロックパルスの数を計測するようにしたが、時間そのものを計測するようにしてもよい。そしてまた、本実施の形態では、少ないメモリ領域で処理を行うために図 6 に示すように段階的に抽出レベル TL を算出するようにしているが、メモリ領域が広く使用することができれば、加工の最初から最後まで 1 度にサンプリングして抽出レベル TL を算出するようにしてもよい。

【0033】

【発明の効果】 本願の第 1 の発明に係わる工具折損検出装置では、比較・判定手段が前回の加工における計測値と今回の加工における計測値を比較して工具折損を判定するので、工具摩耗が進行しても、工具摩耗と工具折損とを明確に区別して工具折損を判定することができる。このため、生産ライン等において、工作機械により同一工作物を多数加工する場合に加工中の工具折損を容易に検出することができる。

【0034】更に、第 2 の発明によれば、上記第 1 の発明による効果とともに、比較・判定手段は、前回の加工における計測値に誤差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較するので、誤って工具折損の判定をすることを防ぐことができる。

【0035】更に、第 3 の発明によれば、実加工時において、前回の加工における計測値と今回の加工における計測値を比較して工具折損を判定するので、実加工時において、工具摩耗が進行しても、工具摩耗と工具折損とを明確に区別して判別することができる。このため、生産ライン等において、工作機械により同一工作物を多数加工する場合に加工中の工具折損を容易に検出することができる。

【0036】更に、第 4 の発明によれば、上記第 3 の発明による効果とともに、前回の加工における計測値に誤

差係数を乗じた値と今回の加工における計測値を比較するので、実加工において誤って工具折損と判定することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願発明の実施の形態に係わる工具折損検出装置のブロックダイヤグラムである。

【図2】 図1に示す実施の形態のテスト加工時の動作を示すフローチャートである。

【図3】 図1に示す実施の形態の実加工時の動作を示すフローチャートである。

【図4】 図1に示す実施の形態における抽出レベル算出方法の説明図である。

【図5】 図1に示す実施の形態における主軸トルクの検出値を示すグラフである。

【図6】 図1に示す実施の形態における抽出レベルの説明図である。

【図7】 図6に示す1回目の抽出レベルの例の説明図で

ある。

【図8】 図6に示す2回目の抽出レベルの例の説明図である。

【図9】 図1に示す実施の形態における主軸トルクのサンプリング値を示すグラフである。

【図10】 図1に示す実施の形態において工具折損を検出する原理を示すグラフである。

【符号の説明】

1 数値制御装置

10 2 CPU

3 メモリ

7 モータ駆動回路

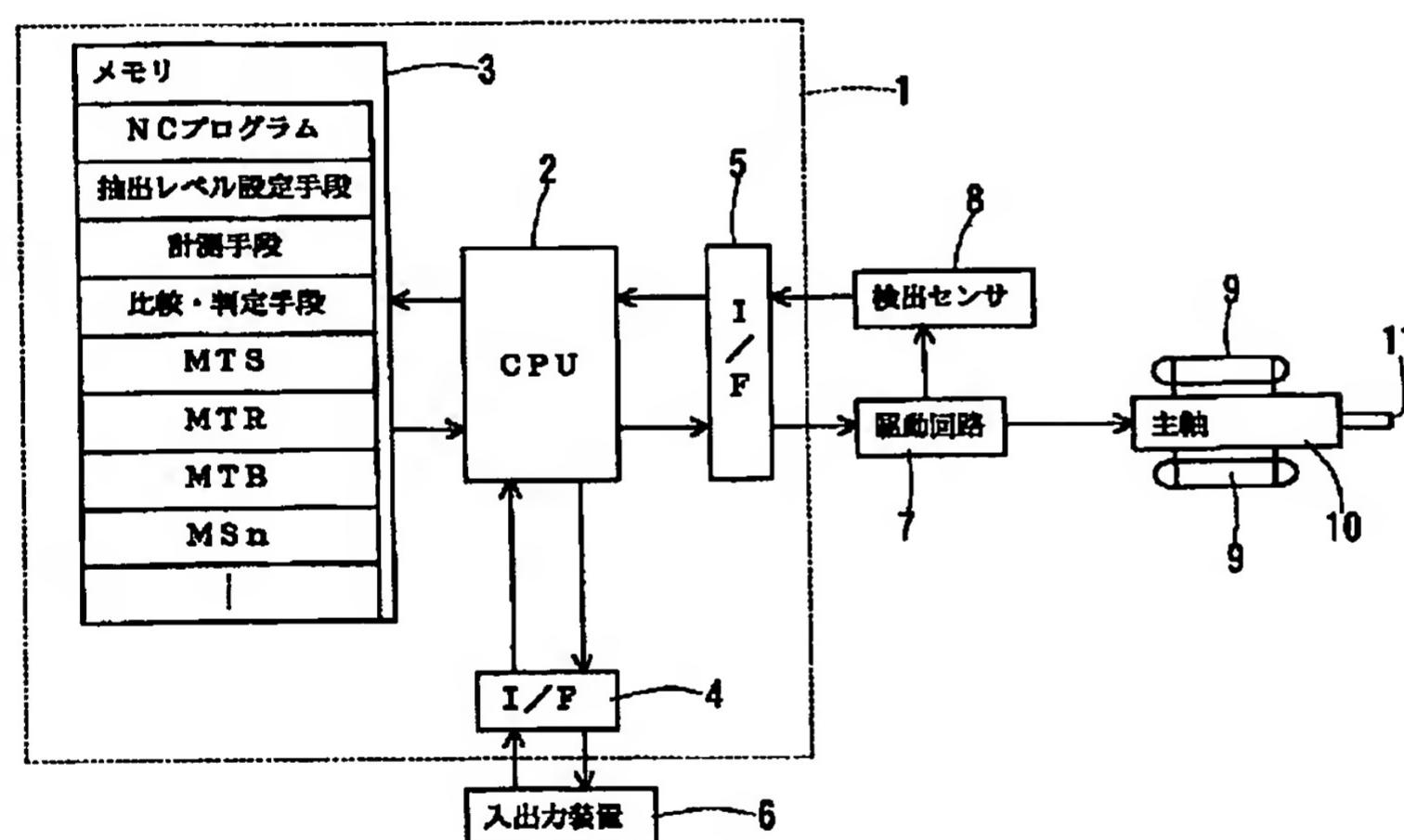
8 検出センサ

9 モータ

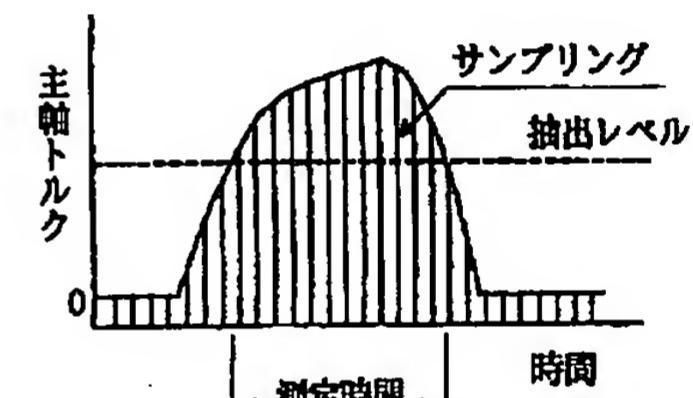
10 主軸

11 工具

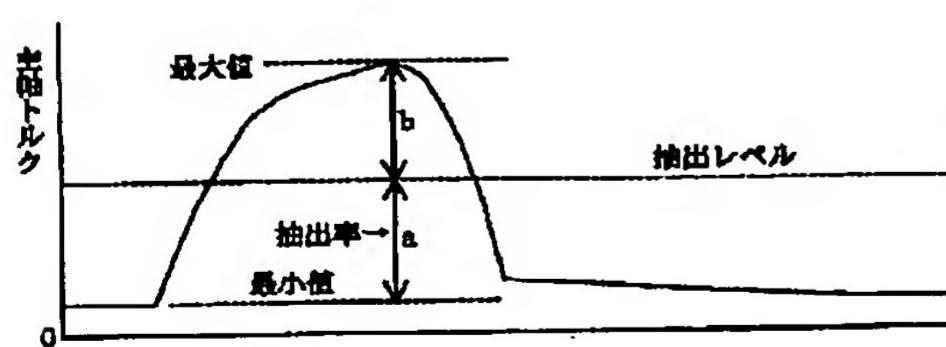
【図1】



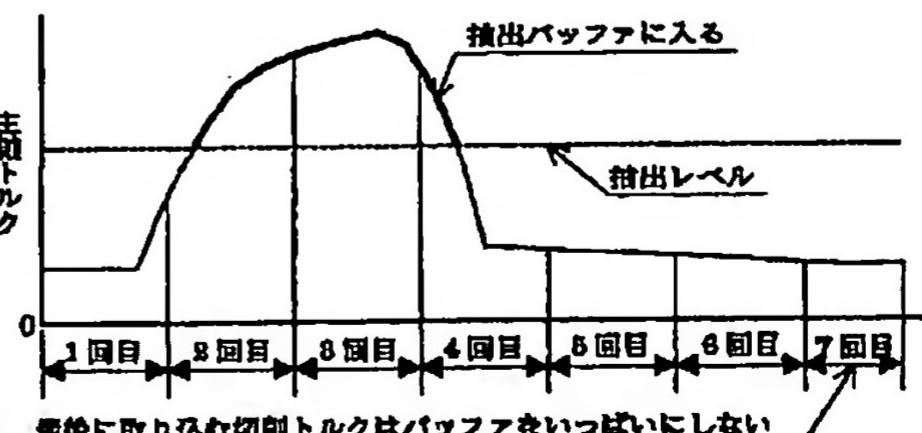
【図5】



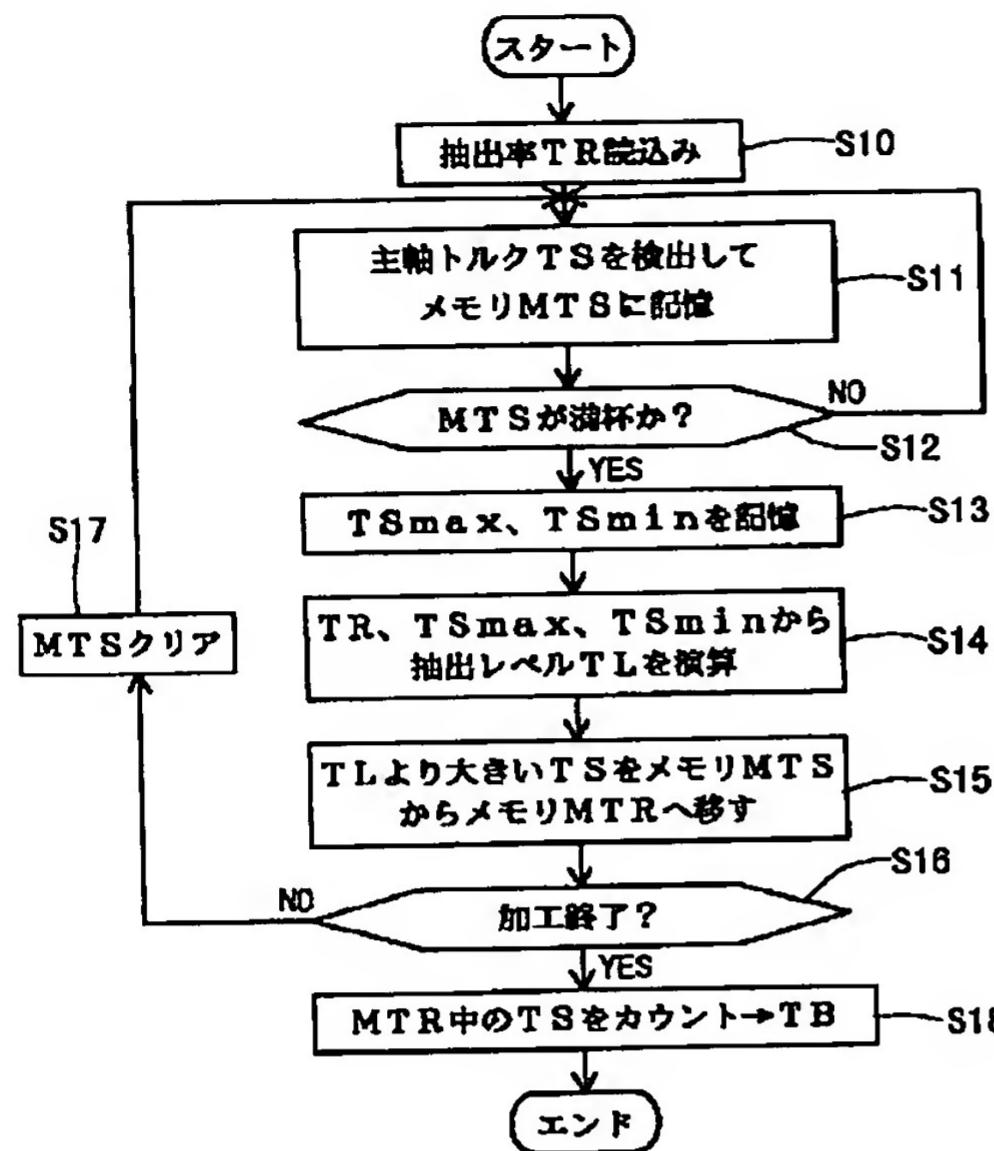
【図4】



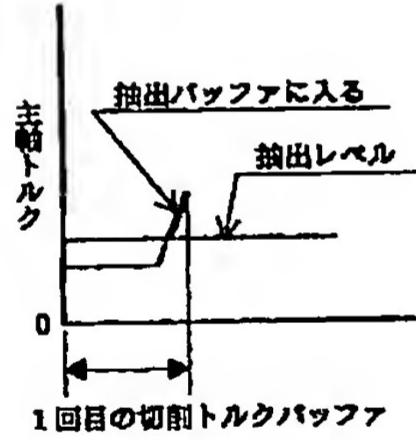
【図6】



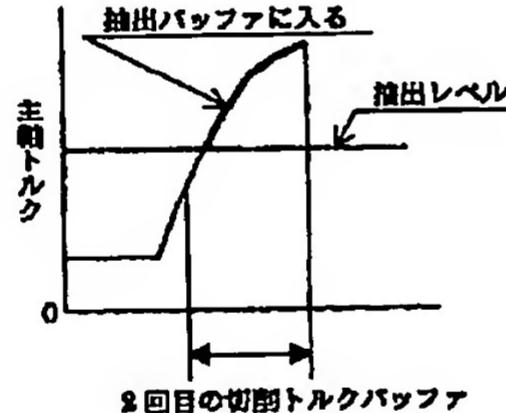
【図2】



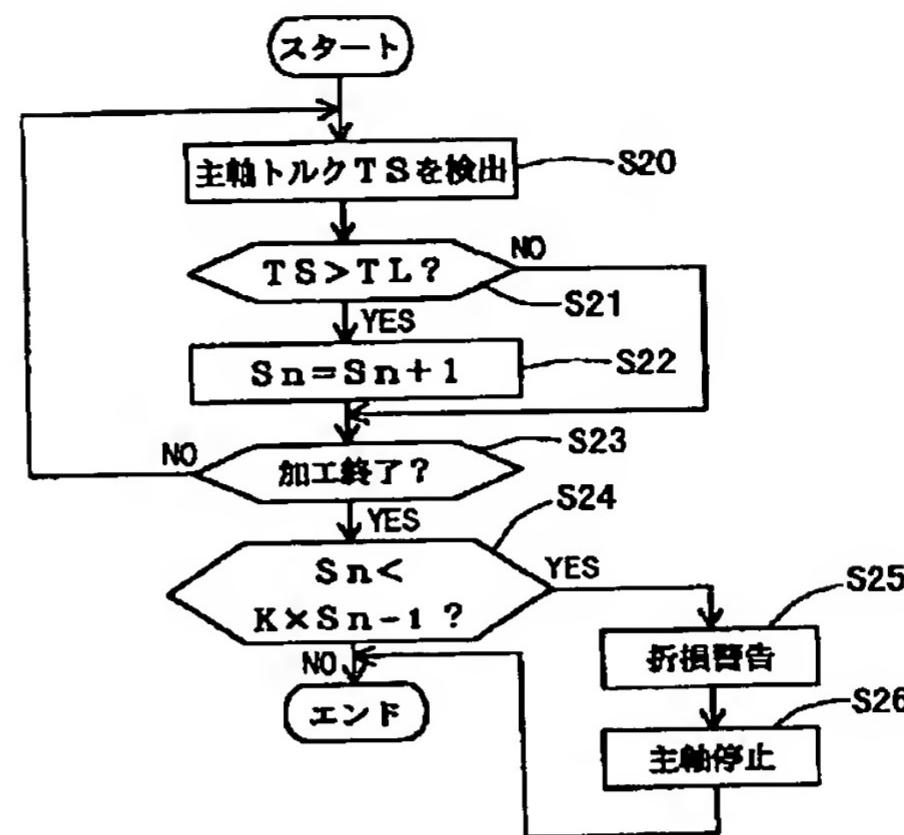
【図7】



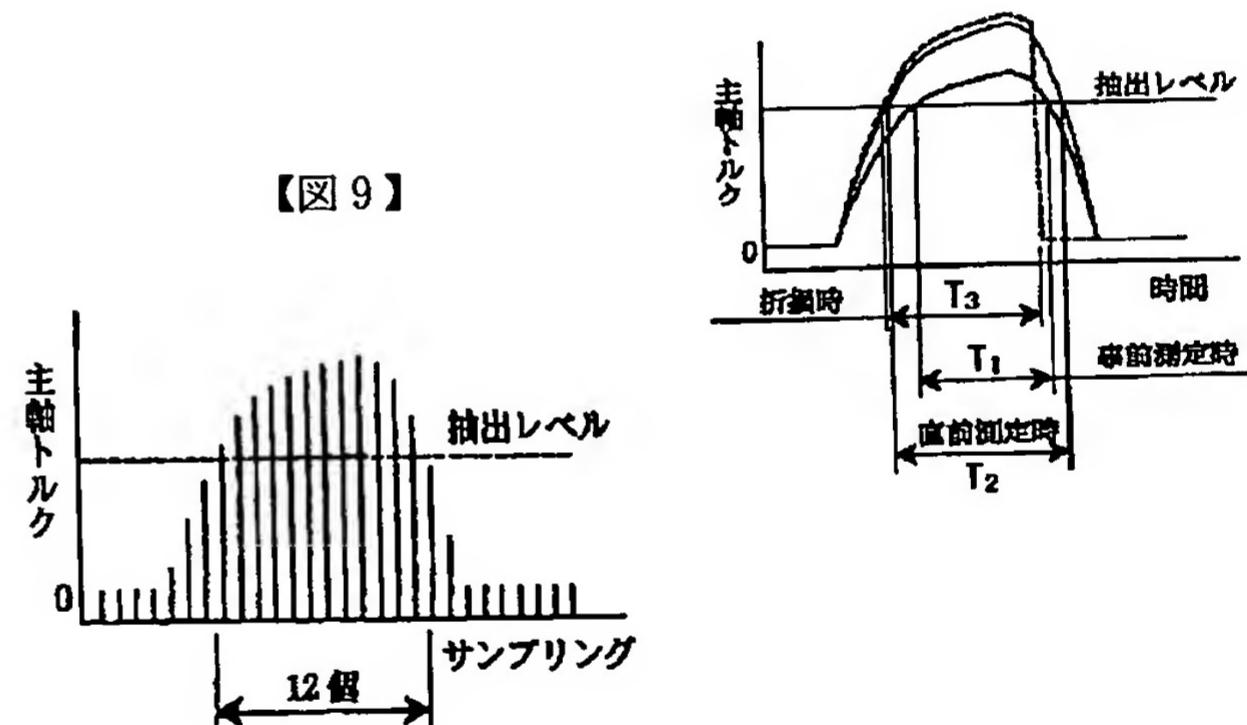
【図8】



【図3】



【図10】



【図9】

【図10】